

COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

3 S.W.H. 5/22/02
2612
D410
PATENT
81784.0247

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

ISHIMOTO, et al.

Serial No: 10/041,144

Filed: January 4, 2002

For: Driving Method for Solid State
Imaging Device

Art Unit: Not Assigned

Examiner: Not Assigned

I hereby certify that this correspondence
is being deposited with the United States
Postal Service with sufficient postage as
first class mail in an envelope addressed
to:

Assistant Commissioner for Patents
Washington D.C. 20231, on

January 23, 2002

Date of Deposit

Shindale Ferguson

Name

Signature *Shindale Ferguson* January 23, 2002

Signature

Date

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of January 23, 2002 patent application
No. 2001-001242 which was filed January 9, 2001, from which priority is claimed
under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to
ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

By: *Lawrence J. McClure*

Lawrence J. McClure

Registration No. 44,228

Attorney for Applicant(s)

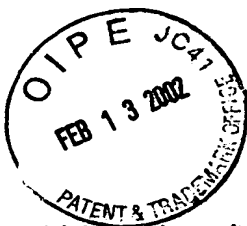
Date: January 23, 2002

500 South Grand Avenue, Suite 1900
Los Angeles, California 90071
Telephone: 213-337-6700
Facsimile: 213-337-6701

RECEIVED

MAR 27 2002

Technology Center 2600



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-001242

出 願 人

Applicant(s):

三洋電機株式会社

RECEIVED

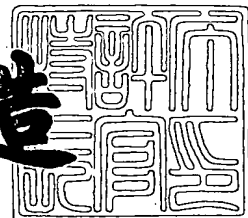
MAR 27 2002

Technology Center 2600

2001年12月21日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3111172

【書類名】 特許願

【整理番号】 KIB1010002

【提出日】 平成13年 1月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明者】 /

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会
社内

【氏名】 石本 一男

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会
社内

【氏名】 渡辺 透

【特許出願人】

【識別番号】 000001889

【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075258

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 研二

【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

【識別番号】 100081503

【弁理士】

【氏名又は名称】 金山 敏彦

【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

【識別番号】 100096976

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 純

【電話番号】 0422-21-2340

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001753

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像素子の駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 行列配置された複数の受光画素に蓄積される信号電荷を垂直転送する複数の垂直シフトレジスタと、垂直転送された前記信号電荷を行単位で受け取り水平転送する水平シフトレジスタとを有する固体撮像素子において、前記信号電荷を奇数行の受光画素と偶数行の受光画素とで互いに独立に垂直転送する駆動方法であって、

第 1 の期間に前記複数の受光画素に発生する信号電荷をそれぞれ前記複数の垂直シフトレジスタの奇数行及び偶数行に蓄積する蓄積ステップと、

前記複数の垂直シフトレジスタ上にて、前記奇数行に蓄積された前記信号電荷を隣接する前記偶数行へ垂直転送し、前記奇数行及び前記偶数行の前記両信号電荷を合成して前記偶数行の位置に保持する第 1 合成ステップと、

第 2 の期間に、前記奇数行の前記受光画素に発生する信号電荷を前記垂直シフトレジスタの当該奇数行の位置に蓄積すると共に、前記偶数行の前記受光画素に発生する信号電荷を、前記垂直シフトレジスタの当該偶数行の前記信号電荷に追加蓄積する追加蓄積ステップと、

前記垂直シフトレジスタの前記奇数行及び前記偶数行に蓄積された前記各信号電荷をそれぞれ前記水平シフトレジスタに転送して、前記水平シフトレジスタ上にてそれら両走査行の前記信号電荷を合成する第 2 合成ステップと、

前記第 2 合成ステップ後に前記水平シフトレジスタを駆動して固体撮像素子からの信号出力を得るステップと、

を有することを特徴とする固体撮像素子の駆動方法。

【請求項 2】 行列配置された複数の受光画素に蓄積される信号電荷を垂直転送する複数の垂直シフトレジスタと、垂直転送された前記信号電荷を行単位で受け取り水平転送する水平シフトレジスタとを有する固体撮像素子において、前記信号電荷を奇数行の受光画素と偶数行の受光画素とで互いに独立に垂直転送する駆動方法であって、

前記各受光画素に発生する前記信号電荷を奇数行の前記受光画素においては第

1 の期間だけ蓄積させ、偶数行の前記受光画素においては前記第 1 の期間より短い第 2 の期間だけ蓄積させる撮像ステップと、

前記撮像ステップ後に、前記奇数行及び前記偶数行の前記受光画素に蓄積された前記各信号電荷をそれぞれ前記水平シフトレジスタに垂直転送して、前記水平シフトレジスタ上にてそれら両走査行の前記信号電荷を合成する合成ステップと

前記合成ステップ後に前記水平シフトレジスタを駆動して固体撮像素子からの信号出力を得るステップと、

を有することを特徴とする固体撮像素子の駆動方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の駆動方法において、

前記第 2 の期間は、当該期間に前記受光画素にて発生する前記信号電荷が前記受光画素の電荷蓄積容量以下となるように定められることを特徴とする固体撮像素子の駆動方法。

【請求項 4】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の駆動方法において、

前記第 2 の期間は、被写体の最大輝度部分に対応する前記受光画素にて当該第 2 の期間に発生する信号電荷量が、前記受光画素の前記電荷蓄積容量に対し所定の範囲内となるように定められることを特徴とする固体撮像素子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像素子の駆動方法に関し、特に電荷結合素子 (CCD : Charge Coupled Device) イメージセンサのダイナミックレンジの改善に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

CCD イメージセンサには、フォトダイオードで発生した信号電荷を出力部へ転送する構成として、フレーム転送型、インターライン転送型、及びこれらの特徴を兼ね備えたフレーム・インターライン転送型といった種類がある。これらは、いずれもフォトダイオードが入射光量に応じた信号電荷を発生し、その信号電荷を垂直 CCD シフトレジスタが水平 CCD シフトレジスタへ垂直転送し、さら

に水平CCDシフトレジスタが信号電荷を出力部へ水平転送する点で共通する。

【0003】

カメラの小型化及び高解像度化を実現するために、CCDイメージセンサの撮像領域の縮小及び画素数の増大が図られている。それに伴いフォトダイオードや垂直シフトレジスタのサイズも小さくなり、それらの取り扱い電荷量が制限される。ここで、フォトダイオードで発生した信号電荷量をそのまま出力部まで転送できなければ、フォトダイオード面積を大きくして感度の向上を図っても無意味である。よって、インターライン型やフレーム・インターライン型のCCDイメージセンサでは、垂直シフトレジスタの取り扱い電荷量は、基本的にフォトダイオードの最大蓄積電荷量よりも大きくなるように設計される。またフレーム転送型CCDイメージセンサでは、蓄積部の垂直シフトレジスタの取り扱い電荷量は、撮像部の受光画素を兼ねた垂直シフトレジスタのそれよりも大きくなるように設計される。また、水平シフトレジスタの取り扱い電荷量は、垂直シフトレジスタのそれよりも大きく構成される。ちなみに水平シフトレジスタは、撮像領域のサイズの影響を受けずにチャネル幅を広く構成し、取り扱い電荷量を確保することが比較的容易である。

【0004】

従来のCCDイメージセンサは、光学系で形成された像を撮像部に投影し、例えば電子シャッター動作やメカニカルシャッターにより、露光時間をその像の明るさに応じた適切な時間に制御している。すなわち、CCDイメージセンサから出力される信号レベルを測定し、その値が適正值となるようにCCDイメージセンサの電荷蓄積時間を制御する。この従来の露光時間制御では、撮像部が信号電荷を蓄積する時間は画素によらず一律とされる。そして、蓄積時間が終了すると、上述の転送方法により、垂直シフトレジスタ上に並んだ信号電荷が順に水平シフトレジスタ側へ1段ずつ転送され、水平シフトレジスタは垂直シフトレジスタから出力された1行分の信号電荷を受け取り、これを出力部へ転送する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

CCDイメージセンサを用いた撮像装置の撮像信号のダイナミックレンジは、

上述の露光時間制御を行うことにより、CCDイメージセンサの最大取り扱い電荷量で制限されることになる。CCDイメージセンサの最大取り扱い電荷量は上述のように、フレーム転送型では、フォトダイオードを兼ねる撮像部の垂直シフトレジスタの取り扱い電荷量で制限され、インターライン転送型、フレーム・インターライン転送型では、フォトダイオードの最大蓄積電荷量で制限される。よって、撮像信号のダイナミックレンジを改善するには、これら部分の最大取り扱い電荷量を増大させることが求められる。しかし、上述の素子の高密度化を図る中で、同時に最大取り扱い電荷量を向上させることは難しく、ダイナミックレンジの一層の改善を図ることが困難であるという問題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記問題点を解消するためになされたもので、CCDイメージセンサ自体は従来の製造技術で構成できるものを用いながら、CCDイメージセンサの出力信号のダイナミックレンジを向上させる駆動方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明の固体撮像素子の駆動方法は、行列配置された複数の受光画素に蓄積される信号電荷を垂直転送する複数の垂直シフトレジスタと、垂直転送された前記信号電荷を行単位で受け取り水平転送する水平シフトレジスタとを有する固体撮像素子において、前記信号電荷を奇数行の受光画素と偶数行の受光画素とで互いに独立に垂直転送する駆動方法であって、第1の期間に前記複数の受光画素に発生する信号電荷をそれぞれ前記複数の垂直シフトレジスタの奇数行及び偶数行に蓄積する蓄積ステップと、前記複数の垂直シフトレジスタ上にて、前記奇数行に蓄積された前記信号電荷を隣接する前記偶数行へ垂直転送し、前記奇数行及び前記偶数行の前記両信号電荷を合成して前記偶数行の位置に保持する第1合成ステップと、第2の期間に、前記奇数行の前記受光画素に発生する信号電荷を前記垂直シフトレジスタの当該奇数行の位置に蓄積すると共に、前記偶数行の前記受光画素に発生する信号電荷を、前記垂直シフトレジスタの当該偶数行の前記信号電荷に追加蓄積する追加蓄積ステップと、前記垂直シフトレジスタの前記奇数行及

び前記偶数行に蓄積された前記各信号電荷をそれぞれ前記水平シフトレジスタに転送して、前記水平シフトレジスタ上にてそれら両走査行の前記信号電荷を合成する第2合成ステップと、前記第2合成ステップ後に前記水平シフトレジスタを駆動して固体撮像素子からの信号出力を得るステップとを有するものである。

【0008】

本発明によれば、蓄積ステップにより、各受光画素が共通の第1の期間だけ信号電荷を発生する。フレーム転送型の固体撮像素子では、発生した信号電荷は、撮像部に複数配置される垂直シフトレジスタに蓄積される。すなわち、奇数行及び偶数行の信号電荷は特段の動作をせずに、垂直シフトレジスタの各行の位置に蓄積される。一方、インターライン転送型又はフレーム・インターライン転送型の固体撮像素子では、発生した信号電荷は一旦、フォトダイオードに蓄積される。この場合には各フォトダイオードの信号電荷を当該フォトダイオードに対応する垂直シフトレジスタ上のビットへ読み出す動作を行うことによって、各行の信号電荷を垂直シフトレジスタの各行の位置に蓄積される。第1合成ステップでは、偶数行の信号電荷は移動させずに奇数行の信号電荷のみが、隣接する偶数行へ移動する。これにより、偶数行の信号電荷に奇数行の信号電荷が合成される。基本的には偶数行に蓄積される合成信号電荷は、奇数行の画素及び偶数行の画素それぞれに入射した光の合計に比例することが期待される。しかし、場合によっては、この第1合成ステップで生成された合成信号電荷は、必ずしもそのような入射光量との線形性を有さないこともある。すなわち、被写体の輝度が高い部分に対応する信号電荷は、最大信号電荷蓄積量といった上限によって制限され、いわゆる飽和状態に達している場合がある。第1合成ステップが行われた直後は、奇数行の信号電荷は0となり、この状態から追加蓄積ステップが開始される。追加蓄積ステップでも奇数行と偶数行とが同じ第2露光期間だけ信号電荷を発生する。フレーム転送型の固体撮像素子では、発生した信号電荷は、撮像部に複数配置される垂直シフトレジスタに蓄積されるので、特段の動作をせず追加蓄積ステップが実現される。一方、他の2つのタイプの転送型では、フォトダイオードから垂直シフトレジスタに信号電荷を読み出す動作を行うことによって追加蓄積ステップが実施される。偶数行に蓄積される信号電荷は、上記第1合成ステップ及び

追加蓄積ステップにて合成処理を施されたものであり、実質的に第1の期間の2倍及び第2の期間だけ露光されたに等しい。よって、偶数行には、輝度が低い部分に対して大きな信号電荷が蓄積されうる反面、飽和する可能性も高い。一方、奇数行には偶数行ほどの信号電荷は蓄積されない反面、飽和が起こりにくい。第2合成ステップでは、水平シフトレジスタ上で互いに隣接する奇数行及び偶数行が合成され、しかる後、水平シフトレジスタが駆動され、固体撮像素子の信号出力が得られる。このようにして得られた信号出力では、信号電荷の合成により被写体の低輝度部分でも大きな信号電荷を得ることができる。一方、高輝度部分では偶数行が飽和しても水平シフトレジスタでの合成で奇数行の飽和していない輝度情報が付加されることにより、偶数行では飽和を生じる被写体の高輝度部分の輝度差の情報が信号出力に含まれる。すなわち、撮像信号のダイナミックレンジが拡大される。なお、水平シフトレジスタは、第2合成ステップでの合成で飽和を生じないように、その最大取り扱い電荷量や第2露光期間の長さが設定される。

【0009】

他の本発明の固体撮像素子の駆動方法は、行列配置された複数の受光画素に蓄積される信号電荷を垂直転送する複数の垂直シフトレジスタと、垂直転送された前記信号電荷を行単位で受け取り水平転送する水平シフトレジスタとを有する固体撮像素子において、前記信号電荷を奇数行の受光画素と偶数行の受光画素とで互いに独立に垂直転送する駆動方法であって、前記各受光画素に発生する前記信号電荷を奇数行の前記受光画素においては第1の期間だけ蓄積させ、偶数行の前記受光画素においては前記第1の期間より短い第2の期間だけ蓄積させる撮像ステップと、前記撮像ステップ後に、前記奇数行及び前記偶数行の前記受光画素に蓄積された前記各信号電荷をそれぞれ前記水平シフトレジスタに垂直転送して、前記水平シフトレジスタ上にてそれら両走査行の前記信号電荷を合成する合成ステップと、前記合成ステップ後に前記水平シフトレジスタを駆動して固体撮像素子からの信号出力を得るステップとを有するものである。

【0010】

本発明によれば、偶数行の受光画素が奇数行の受光画素より短い時間、露光さ

れる。これは例えば、インターライン転送型の固体撮像素子では、フォトダイオードから垂直シフトレジスタへの読み出しを奇数行と偶数行とで独立に制御できるように構成し、偶数行のフォトダイオードに対してのみ露光期間の途中で信号電荷を一旦排出させることにより実現される。つまり、各行同時に露光を開始し、その後あるタイミングで偶数行のフォトダイオードのみそれまで蓄積された信号電荷を垂直シフトレジスタに読み出し、当該信号電荷を垂直シフトレジスタを駆動して排出する。偶数行の露光は途中で信号電荷排出の時点から再開される。そして露光終了タイミングで奇数行と偶数行とを同時に垂直シフトレジスタに読み出す。またフレーム転送型の固体撮像素子では、例えば垂直シフトレジスタの偶数行の位置にある期間だけ電位井戸を形成させないように駆動制御することにより、偶数行を奇数行より短い露光時間とすることができる。ここで、奇数行に形成される信号電荷は、偶数行より長い時間、露光されて生成されたものである。よって、輝度が低い部分に対して大きな信号電荷が蓄積されうる反面、飽和する可能性も高い。一方、偶数行には奇数行ほどの信号電荷は蓄積されない反面、飽和が起こりにくい。合成ステップは、このような2つの互いに異なる特性を有した奇数行の信号電荷と偶数行の信号電荷とをそれぞれ水平シフトレジスタに転送して合成する。しかる後、水平シフトレジスタが駆動され、固体撮像素子の信号出力が得られる。このようにして得られた信号出力では、信号電荷の合成により被写体の低輝度部分でも大きな信号電荷を得ることができる。一方、高輝度部分では奇数行が飽和しても水平シフトレジスタでの合成で偶数行の飽和していない輝度情報が付加されることにより、飽和した部分の輝度の差異の情報が信号出力に含まれる。すなわち、撮像信号のダイナミックレンジが拡大される。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【 0 0 1 2 】

【実施形態 1】

図 1 は、本発明に係る撮像装置の概略のブロック構成図である。本装置は、フレーム転送型の CCD（電荷結合素子）イメージセンサ 2 及び、それを駆動する

駆動回路 4 を含んで構成される。さらに駆動回路 4 は、CCD イメージセンサ 2 の撮像部の動作を制御する撮像制御部 6 と、蓄積部及び水平 CCD シフトレジスタの動作を制御する読み出し制御部 8 とを含んでいる。

【 0 0 1 3 】

撮像部及び蓄積部はそれぞれ垂直 CCD シフトレジスタを多数平行配置した構造を有し、基板上に形成した電極により基板内の電位を操作して電荷の蓄積及び転送を制御する。撮像部は 6 相の電圧クロック信号 $\phi_{VI1} \sim \phi_{VI6}$ を供給され、1 行当たり 3 相が割り当てられる。すなわち、例えば奇数行にはクロック信号 $\phi_{VI1} \sim \phi_{VI3}$ が供給され、偶数行にはクロック信号 $\phi_{VI4} \sim \phi_{VI6}$ が供給される。これにより、撮像部は奇数行と偶数行とにそれぞれ別個の信号電荷パケットを蓄積することができる。また奇数行、偶数行をそれぞれ別個に 3 相駆動可能に構成されることにより、奇数行と偶数行とは互いに独立に動作させることができ、例えば偶数行に蓄積された電荷パケットは移動させずに奇数行に蓄積された電荷パケットを隣接する偶数行に垂直転送させ合成することができる。

【 0 0 1 4 】

蓄積部は全面を遮光膜で覆われ、光の入射による電荷発生を防止されるので、フレームシフトされた撮像部からの画像情報を保持することができる。蓄積部の各行は 3 相の電圧クロック信号 $\phi_{VS1} \sim \phi_{VS3}$ を供給され、共通に駆動される。1 行当たり 3 相が割り当てられることにより、蓄積部は撮像部と同様、奇数行と偶数行とにそれぞれ別個の信号電荷パケットを蓄積することができる。また奇数行と偶数行とが共通の 3 相クロックで駆動されることにより、奇数行と偶数行とに蓄積された信号電荷は同時・並列的に垂直転送される。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、本装置の動作を説明するフロー図である。図 3 は、本装置の動作を説明する駆動パルス及び出力信号の模式的なタイミング図である。

【 0 0 1 6 】

図 3 において、信号 VD は垂直同期信号であり、VD が L (Low) レベルである期間 20 は垂直ブランキング期間を表し、垂直ブランキングの周期が 1 フィールド (1 V) に相当する。

【0017】

信号STTRGはシャッタトリガパルス（STTRGパルス）22を与える信号であり、当該パルス22は電子シャッタ動作のタイミングを定める。

【0018】

信号FTTRGはフレームシフトトリガパルス（FTTRGパルス）24を与える信号であり、当該パルス24はフレームシフトのタイミングを定める。フレームシフトは垂直ブランキング期間内に行われることに対応して、FTTRGパルス24も垂直ブランキング期間に発生される。

【0019】

信号WTTRGは、露光期間の制御に用いられるトリガパルス（WTTRGパルス）26を与える信号であり、当該パルス26は、後述する第1露光期間から第2露光期間への切り替わりのタイミングを定める。

【0020】

撮像部駆動パルスは上述の電圧クロック信号 $\phi_{VI1} \sim \phi_{VI6}$ であり、蓄積部駆動パルスは上述の電圧クロック信号 $\phi_{VS1} \sim \phi_{VS3}$ である。

【0021】

また図3において撮像信号は、任意の奇数行（第 $(2i-1)$ 行）及びそれに隣接する偶数行（第 $2i$ 行）にそれぞれ蓄積される信号電荷量 Q_0 、 Q_E を模式的に示したものである。映像信号出力は、CCDイメージセンサ2からの出力信号 V_{OUT} である。

【0022】

本装置では、1フレーム期間内に2回の露光が行われる。第1露光期間Aの始まりは電子シャッタ動作により決定される（S40）。電子シャッタ動作はSTTRGパルス22に応じて起動され、例えば基板裏面に正電圧のパルスが印加され、フレーム期間の途中までに撮像部に蓄積された信号電荷が基板裏面に吸引され排出される。この電子シャッタ動作が完了すると、撮像部での新たな電荷蓄積が開始され、これが第1露光期間Aの開始タイミングとなる（S45）。

【0023】

露光により、撮像部の奇数行及び偶数行の各画素には、対応する被写体の輝度

及び第 1 露光期間の長さに応じた信号電荷が発生し蓄積される。すなわち、1 つの画素に発生し蓄積される信号電荷 Q は、当該画素への入射光量 I 及び露光期間 T の関数 $F(I, T)$ で表される。

【 0 0 2 4 】

第 1 露光期間が経過すると WTTRG パルス 2 6 が生成され、これをトリガとして撮像制御部 6 が撮像部駆動パルス $\phi_{VI1} \sim \phi_{VI6}$ (パルス群 2 8) を生成して、奇数行 (第 $(2i-1)$ 行) に隣接する偶数行 (第 $2i$ 行) へ、当該奇数行の信号電荷 Q_0 を垂直転送する (S 5 0)。第 1 露光期間 A は、電子シャッタ動作からこの垂直転送までの期間である。ちなみに、このとき、偶数行は駆動されず、偶数行 (第 $2i$ 行) から奇数行 (第 $(2i+1)$ 行) へは電荷は移動しない。よって、この垂直転送動作により、奇数行 (第 $(2i-1)$ 行) の信号電荷が偶数行 (第 $2i$ 行) の信号電荷に合成される。

【 0 0 2 5 】

図 3 には、第 1 露光期間の開始時には信号電荷量 Q_0 、 Q_E が共に 0 であったこと、及び第 1 露光期間の終了時には信号電荷量 Q_0 、 Q_E が共に $F(I, A)$ であることが示されている。なお、ここでは説明を簡単とするために、互いに隣接する奇数行 (第 $(2i-1)$ 行) と偶数行 (第 $2i$ 行) とでの入射光量の差異は無視する近似を採用している。さらに、垂直転送による奇数行と偶数行との信号電荷の合成が行われると、信号電荷量 Q_0 は 0 となり、 Q_E が第 1 露光期間の 2 倍の期間だけ露光されたときに発生し蓄積されるであろう信号電荷量 $F(I, 2A)$ となることが示されている。ちなみに、多くの場合、 $F(I, 2A)$ は合成前の Q_0 、 Q_E の和、すなわち、 $F(I, 2A) = F(I, A) + F(I, A)$ となることを期待することができるが、この関係は必ずしも常には成立しない。すなわち、合成前の Q_0 、 Q_E の和が、撮像部の垂直 CCD シフトレジスタの 1 画素分の最大蓄積電荷量 Q_{VMAX} を超えた場合、合成された信号電荷を蓄積する偶数行の画素は飽和し、 $F(I, 2A) = Q_{VMAX}$ となるからである。

【 0 0 2 6 】

第 1 露光期間に生じた信号電荷を偶数行に転送し合成する動作が完了すると、第 2 露光期間 B が開始される (S 5 5)。この露光により、撮像部の奇数行及び

偶数行の各画素には、対応する被写体の輝度及び第 1 露光期間の長さに応じた信号電荷が発生し蓄積される。第 2 露光期間の終了は、フレームシフト動作の開始タイミングで定義される。フレームシフト動作は FTTRG パルス 24 をトリガとして開始され、撮像制御部 6 及び読み出し制御部 8 がそれぞれ撮像部及び蓄積部に対しフレームシフトパルス群 30 を供給し、撮像部から蓄積部への信号電荷の高速垂直転送が行われる (S 60)。

【 0 0 2 7 】

図 3 には、第 2 露光期間の終了時には、信号電荷量 Q_0 は $F(I, B)$ となり、 Q_E は $F(I, 2A + B)$ となることが示されている。なお、念のため述べれば、ここでも上記垂直転送による合成で述べたと同様に、飽和が起きた場合には、 $F(I, 2A + B) = F(I, 2A) + F(I, B)$ とはならず、 $F(I, 2A + B)$ は上限 Q_{VMAX} に制限される。また、図 3 には、フレームシフトが行われると、信号電荷量 Q_0 、 Q_E が共に 0 になることが示されている。

【 0 0 2 8 】

蓄積部にフレームシフトされた信号電荷は、1 水平走査期間を周期とするラインシフト動作により垂直転送される。ラインシフトは読み出し制御部 32 が生成する $\phi_{VS1} \sim \phi_{VS3}$ により行われる。ここで、1 水平走査期間ごとのラインシフト動作は、偶数行 (第 $2i$ 行) を水平 CCD シフトレジスタに垂直転送する動作と、奇数行 (第 $(2i - 1)$ 行) を水平 CCD シフトレジスタに垂直転送する動作とを含む。すなわち、ラインシフトパルス群 32 は、互いに隣接する奇数行と偶数行との 2 行を水平 CCD シフトレジスタに転送するクロックからなる。この 2 行が垂直転送により水平 CCD シフトレジスタに読み出される間、当該水平 CCD シフトレジスタは停止されており、これにより水平 CCD シフトレジスタにて奇数行 (第 $(2i - 1)$ 行) と偶数行 (第 $2i$ 行) との 2 行の信号電荷が合成される (S 65)。この合成により水平 CCD シフトレジスタに蓄積される信号電荷 Q を、対応画素への入射光量 I 及び 2 行の合計露光期間 T の関数 $G(I, T)$ で表すこととする。水平 CCD シフトレジスタの最大取り扱い信号電荷量は、垂直 CCD シフトレジスタのそれより大きく構成することが可能であり、上記水平 CCD シフトレジスタでの 2 行の合成にて、水平 CCD シフトレジスタが飽和しな

いように構成される。よって、この合成で得られる信号電荷量 $G(I, 2A + 2B)$ に関しては、 $G(I, 2A + 2B) = F(I, 2A + B) + F(I, B)$ が一般に成り立つようにすることが可能である。

【0029】

2行を合成して水平CCDシフトレジスタに1行分の信号電荷が形成された後、水平CCDシフトレジスタが駆動され水平転送が行われ（S70）、CCDイメージセンサ2からの出力信号 V_{OUT} （信号34）が生成される。

【0030】

図4は、本駆動方法において生成される信号電荷量 Q と入射光量 I との関係を示す概略のグラフである。第2露光期間が終了した時点での偶数行（第 $2i$ 行）の信号電荷 $F(I, 2A + B)$ は、入射光量 I が小さい領域においても大きな値を有する反面、入射光量 I が比較的に小さくても飽和する。一方、奇数行（第 $(2i - 1)$ 行）の信号電荷 $F(I, B)$ は、偶数行ほどの信号電荷は蓄積されない反面、飽和が起こりにくい。これら特性の異なる2つの信号電荷を水平CCDシフトレジスタにて合成して得られる信号電荷 $G(I, 2A + 2B)$ は、 $F(I, 2A + B)$ が飽和する入射光量 I の領域においても飽和によるプラトーを示さない。すなわち、信号電荷が入射光量に応じて変化する入射光量のレンジが拡大され、CCDイメージセンサ2からの出力信号 V_{OUT} のダイナミックレンジが改善される。

【0031】

信号電荷 G は偶数行が飽和しない入射光量の領域と飽和する入射光量の領域とで傾きが変わる。すなわち、全入射光量の領域にわたって線形性は確保されない。しかし、そもそも、CCDイメージセンサ2からの出力信号 V_{OUT} は γ 補正処理により非線形的な変換を施されるので、 V_{OUT} の非線形性は特に問題とはならない。すなわち、その非線形特性はあらかじめ知ることができ、これを考慮して γ 補正処理を行うように構成すればよい。

【0032】

次に第2露光期間の設定方法について述べる。関数 $F(I, T)$ は、飽和に達するまでは、露光期間 T に応じた傾きで変化する。具体的には、その傾きは露光時

間 T に基本的に比例する。このことから、あまりに関数 $F(I, B)$ の傾きを大きくすると、被写体の最大輝度部分からの入射光量 I_{MAX} より小さい光量で奇数行も飽和してしまうことになる。これは信号電荷 G にブラトーが現れることになり好ましくない。よって、基本的には第 2 露光期間は、被写体からの最大入射光量 I_{MAX} 以下で関数 $F(I, B)$ が Q_{VMAX} に達しないように配慮して定められる。

【 0 0 3 3 】

一方、信号電荷の関数 G の傾き、すなわちゲインはできる限り、大きい方が好ましい。偶数行が飽和する入射光量の領域での関数 G の傾きは、奇数行の信号電荷の関数 $F(I, B)$ の傾きとなる。よって、この観点からは関数 $F(I, B)$ の傾きをできるだけ大きくすることが好適であり、第 2 露光期間 B を長くすることが要請される。本装置では、被写体からの予測される最大入射光量 I_{MAX} に基づいて、 $F(I_{MAX}, B) = Q_{VMAX}$ となる B を第 2 露光期間に設定している。

【 0 0 3 4 】

上述の構成では、水平 CCD シフトレジスタでの 2 つの行の合成にて飽和が生じないように水平 CCD シフトレジスタの最大取り扱い電荷量 Q_{HMAX} が Q_{VMAX} の 2 倍以上に設計されており、上述の第 2 露光期間の設定もそれを前提としたものである。これに対して、図 5 は、水平 CCD シフトレジスタの最大取り扱い電荷量 Q_{HMAX} が Q_{VMAX} の 2 倍未満である場合を説明する、信号電荷量 Q と入射光量 I との関係を示す概略のグラフである。この場合は、奇数行の信号電荷 $F(I, B)$ を偶数行の信号電荷 $F(I, 2A + B)$ に加算しても Q_{HMAX} を超えない、すなわち $F(I, 2A + B) + F(I, B) \leq Q_{HMAX}$ であるようにすることが好ましい。ここで偶数行の信号電荷 $F(I, 2A + B)$ は垂直 CCD シフトレジスタで飽和しうるため、 $F(I, 2A + B) \leq Q_{VMAX}$ である。よって、奇数行の信号電荷 $F(I, B)$ に対しては $F(I, B) \leq Q_{HMAX} - Q_{VMAX}$ という条件が課される。第 2 露光期間 B はこの条件を考慮に入れて設定される。例えば、最大入射光量 I_{MAX} に対する合成信号電荷 $G(I_{MAX}, 2A + 2B)$ が Q_{HMAX} となるように設定すれば、水平 CCD シフトレジスタの最大取り扱い電荷量を最大限に利用してダイナミックレンジの改善を図ることができる。図 5 はこの場合を示しており、 $F(I_{MAX}, B) = Q_{HMAX} - Q_{VMAX}$ となるように第 2 露光期間を設定する。

【0035】

なお、上述の説明では、垂直CCDシフトレジスタ及び水平CCDシフトレジスタにて奇数行（第 $(2i-1)$ 行）を偶数行（第 $2i$ 行）へ合成する場合を述べたが、偶数行（第 $2i$ 行）を奇数行（第 $(2i+1)$ 行）へ合成するように構成することもできる。そして例えば、奇数フィールドでは奇数行（第 $(2i-1)$ 行）を偶数行（第 $2i$ 行）へ合成し、偶数フィールドでは偶数行（第 $2i$ 行）を奇数行（第 $(2i+1)$ 行）へ合成するように構成して、インターレース走査を実現することができる。

【0036】

〔実施形態2〕

本発明の第2の実施形態に係る撮像装置のブロック構成は、おおよそ上記実施形態の図1に示すものと同様であり、これを援用する。

【0037】

本装置で使用されるCCDイメージセンサ2は、上記実施形態と異なり、撮像部に配置された垂直CCDシフトレジスタの奇数行と偶数行とを独立に駆動できなくてもよいが、信号電荷の蓄積時間を奇数行と偶数行とで独立に制御できるものである。

【0038】

そのようなCCDイメージセンサ2の構成の具体例はいくつか挙げることができる。例えば、インターライン転送型においては、フォトダイオードから垂直シフトレジスタへの読み出しを、フォトダイオードと垂直CCDシフトレジスタとの間のチャンネル上に配置された垂直転送電極に読み出し用の電圧を印加することにより行う構成が知られている。そのような構成では、例えば奇数行のフォトダイオードに対してのみ露光期間の途中で信号電荷を一旦、垂直CCDシフトレジスタに読み出し、垂直CCDシフトレジスタを駆動して当該信号電荷を排出することができる。これにより奇数行の実質的な露光期間（第2露光期間）を偶数行の露光期間（第1露光期間）より短くすることができる。

【0039】

また、インターライン転送型CCDイメージセンサでは、フォトダイオードの

傍らにドレインを設け、オーバフローした信号電荷を排出する構成が公知である。またこのドレインとフォトダイオードとの間のチャンネルのオン／オフをゲート電極により制御する構成も公知である。このような構成でも、奇数行と偶数行との信号電荷の蓄積時間を独立に制御することが可能である。

【 0 0 4 0 】

またフレーム転送型 CCD イメージセンサでは、例えば垂直シフトレジスタの奇数行の位置にある期間だけ電位井戸を形成させないように駆動制御することにより、奇数行を偶数行より短い露光時間とすることができる。

【 0 0 4 1 】

これらの CCD イメージセンサ 2 を用いて本装置では、例えば、奇数行（第 $(2i-1)$ 行）の露光期間 B を偶数行（第 $2i$ 行）の露光期間 A より短くする。例えば、ここでは CCD イメージセンサ 2 としてインターライン転送型を採用した場合について説明する。露光期間の途中で一旦、奇数行の信号電荷を排出することにより、露光期間の終了時には奇数行のフォトダイオードには信号電荷 $F(I, B)$ が蓄積し、偶数行のフォトダイオードには信号電荷 $F(I, A)$ が蓄積する。これら奇数行と偶数行との信号電荷をそれぞれ垂直 CCD シフトレジスタに読み出す。すなわち、垂直 CCD シフトレジスタには奇数行の信号電荷 $F(I, B)$ と偶数行の信号電荷 $F(I, A)$ とが隣接して存在する。

【 0 0 4 2 】

垂直 CCD シフトレジスタ上に読み出された信号電荷は、1 水平走査期間を周期とするラインシフト動作により垂直転送される。ここで、1 水平走査期間ごとのラインシフト動作は、上記実施形態と同様、偶数行（第 $2i$ 行）を水平 CCD シフトレジスタに垂直転送する動作と、奇数行（第 $(2i-1)$ 行）を水平 CCD シフトレジスタに垂直転送する動作とを含む。この 2 行が垂直転送により水平 CCD シフトレジスタに読み出される間、当該水平 CCD シフトレジスタは停止されており、これにより水平 CCD シフトレジスタにて奇数行（第 $(2i-1)$ 行）と偶数行（第 $2i$ 行）との 2 行の信号電荷が合成される。

【 0 0 4 3 】

図 6 は、本駆動方法において生成される信号電荷量 Q と入射光量 I との関係を

示す概略のグラフである。露光期間が終了した時点での偶数行（第 $2i$ 行）の信号電荷 $F(I, A)$ は、入射光量 I が小さい領域においても大きな値を有する反面、入射光量 I が比較的小さくても飽和する。一方、奇数行（第 $(2i-1)$ 行）の信号電荷 $F(I, B)$ は、偶数行ほどの信号電荷は蓄積されない反面、飽和が起こりにくい。これら特性の異なる 2 つの信号電荷を水平 CCD シフトレジスタにて合成して得られる信号電荷 $G(I, A+B)$ は、 $F(I, A)$ が飽和する入射光量 I の領域においても飽和によるプラトーを示さない。すなわち、信号電荷が入射光量に応じて変化する入射光量のレンジが拡大され、CCD イメージセンサ 2 からの出力信号 V_{OUT} のダイナミックレンジが改善される。

【0044】

【発明の効果】

本発明の固体撮像素子の駆動方法によれば、露光期間の途中にて一旦、奇数行の信号電荷を隣接する偶数行の信号電荷に合成するといった方法により、偶数行からは奇数行より実質的に露光期間が短く、飽和しにくい信号電荷が得られる。これらを水平シフトレジスタで合成することにより、低照度で良好な感度を有すると共に、高照度での出力信号の飽和が起きにくい出力信号が得られる。すなわち、固体撮像素子の出力信号のダイナミックレンジが拡大する効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る撮像装置の概略のブロック構成図である。

【図 2】 第 1 の実施形態に係る撮像装置の動作を説明するフロー図である。

【図 3】 第 1 の実施形態に係る撮像装置の動作を説明する駆動パルス及び出力信号の模式的なタイミング図である。

【図 4】 第 1 の実施形態での $Q_{HMAX} \geq Q_{VMAX}$ の場合の信号電荷量 Q と入射光量 I との関係を示す概略のグラフである。

【図 5】 第 1 の実施形態での $Q_{HMAX} < Q_{VMAX}$ の場合の信号電荷量 Q と入射光量 I との関係を示す概略のグラフである。

【図 6】 第 1 の実施形態での信号電荷量 Q と入射光量 I との関係を示す概略のグラフである。

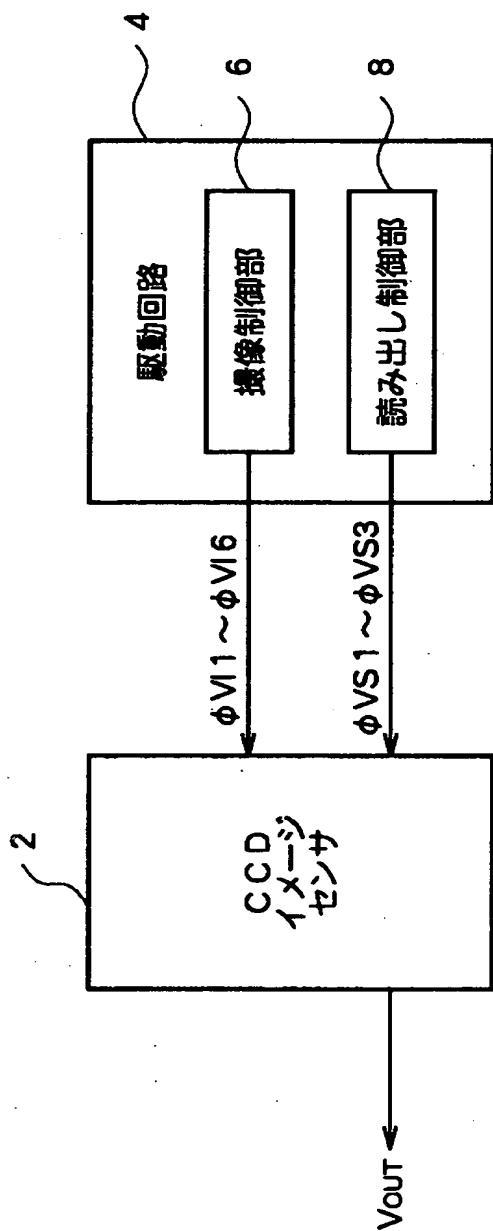
【符号の説明】

2 CCDイメージセンサ、4 駆動回路、6 撮像制御部、8 読み出し制御部。

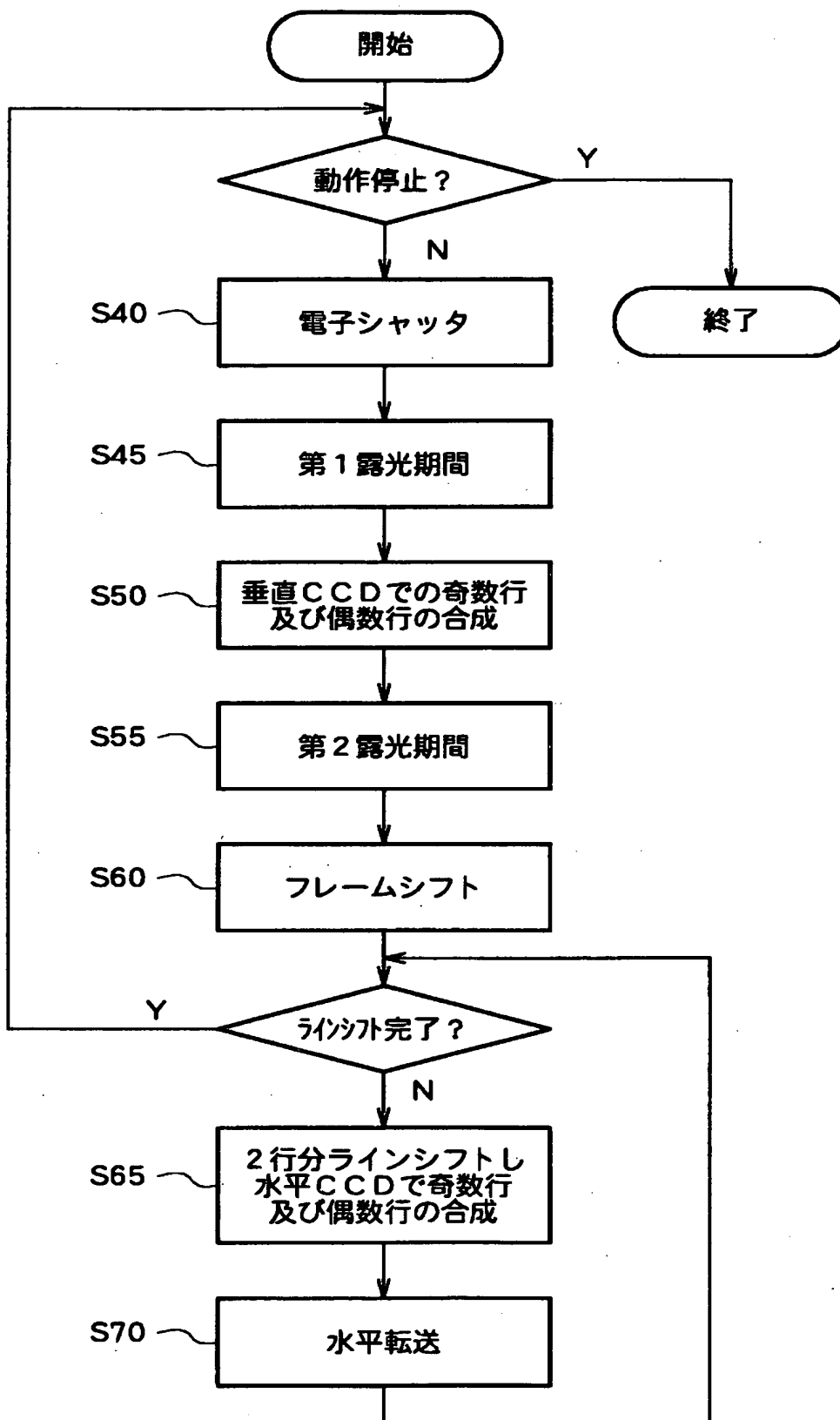
【書類名】

図面

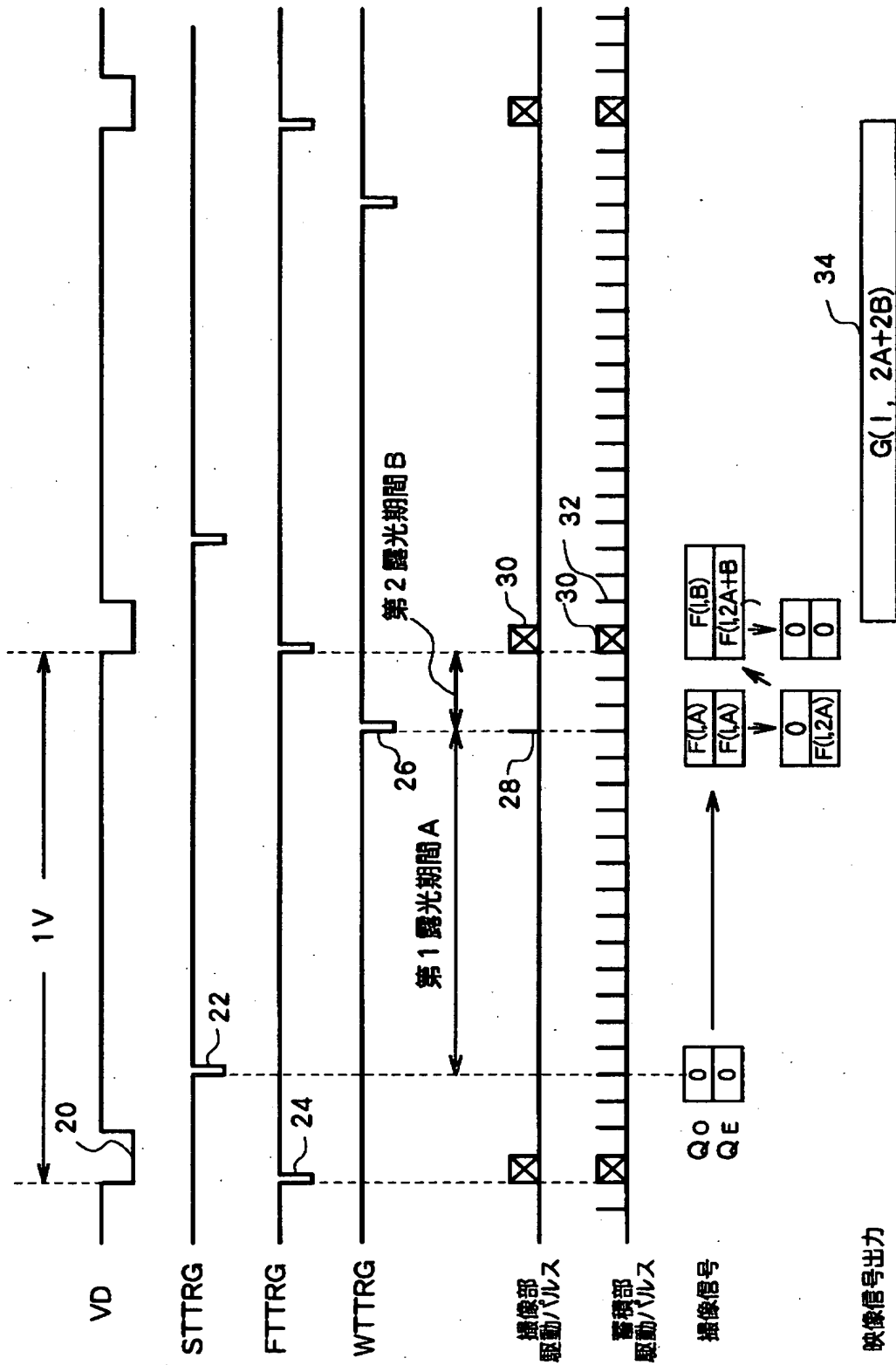
【図 1】



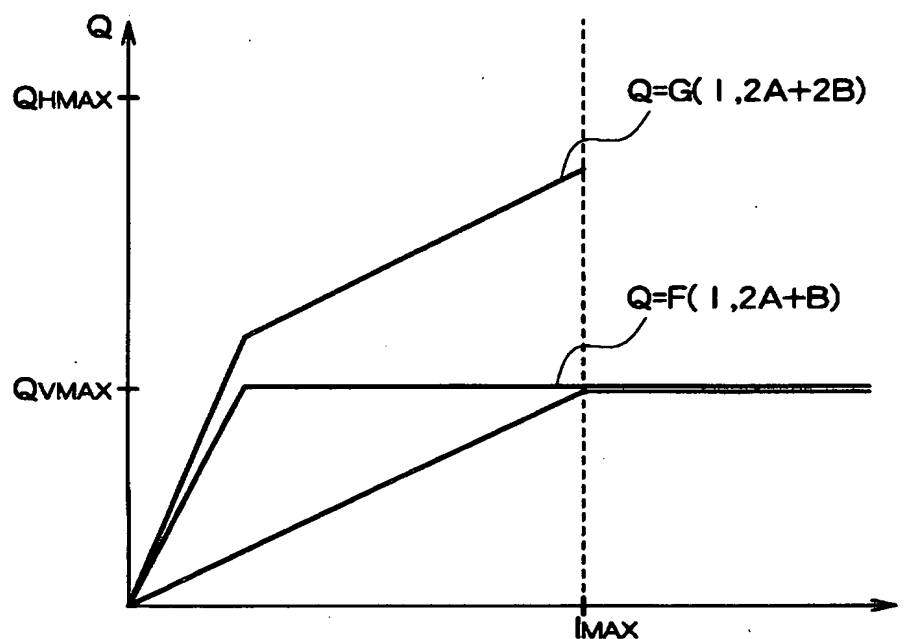
【図 2】



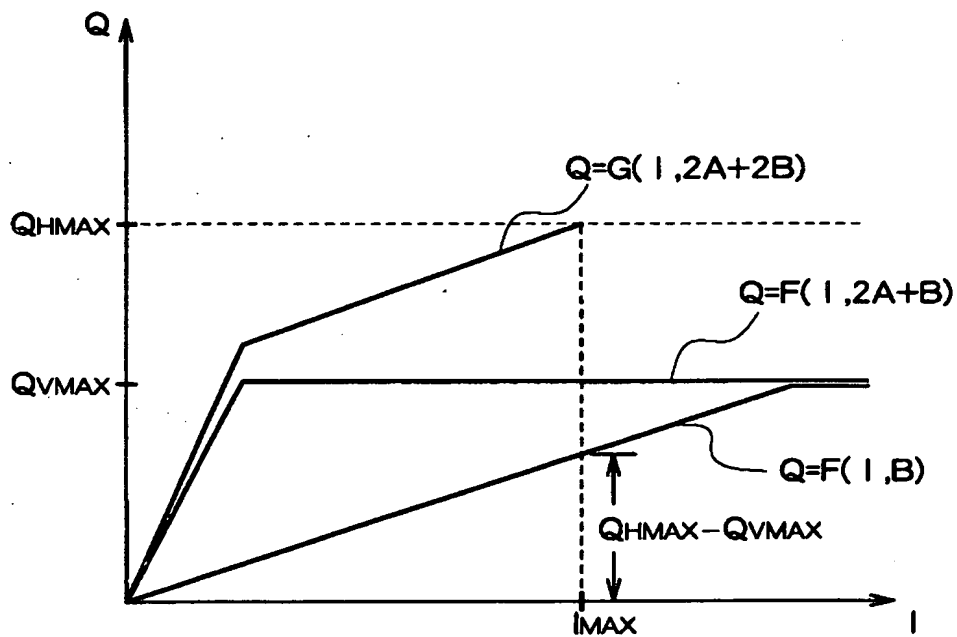
【図 3】



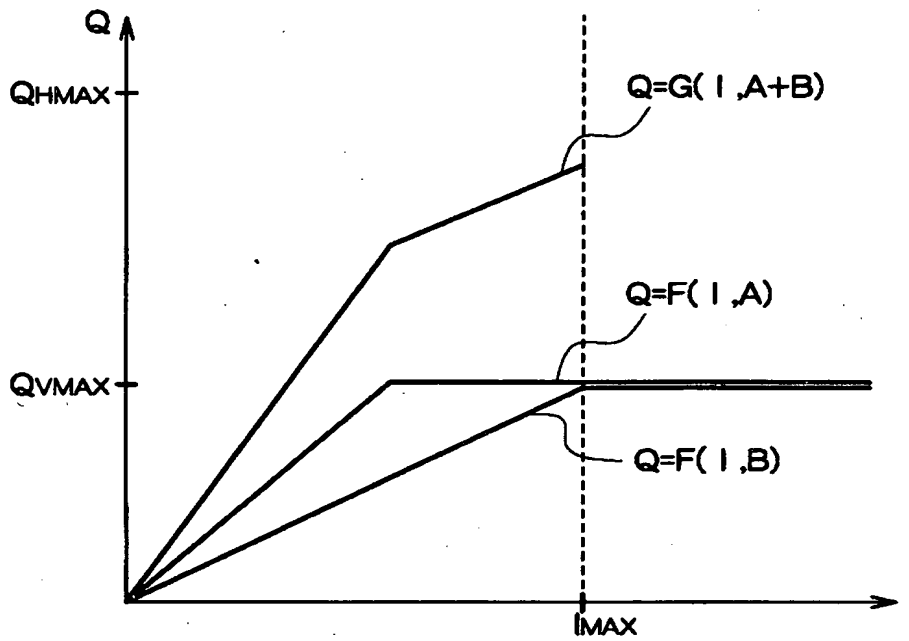
【図 4】



【図 5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 CCDイメージセンサの出力信号のダイナミックレンジを改善する。

【解決手段】 STTRGパルス 2 2 で実施される電子シャッタ動作の完了からフレームシフト開始までの露光期間をWTTRGパルス 2 6 により 2 つの期間に分ける。先行する第 1 露光期間 A で奇数行に蓄積された信号電荷は、WTTRGパルス 2 6 のタイミングにて隣接する偶数行へ垂直転送され、合成される。さらに奇数行と偶数行との双方において第 2 露光期間 B だけ露光を行った後、それぞれを垂直転送し、水平 CCD シフトレジスタにて奇数行と偶数行とを合成加算し、水平転送を行って CCD イメージセンサから出力する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000001889]

1. 変更年月日 1993年10月20日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
氏 名 三洋電機株式会社